

STUDY FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA) SEBAGAI IDENTIFIKASI BAHAYA DAN UPAYA PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA DI PT. PJB UBJ O & M TANJUNG AWAR-AWAR

Realista Hidayatullah

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : realista.15050524090@mhs.unesa.ac.id

I Made Muliatna

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : mademuliatna@unesa.ac.id

Abstrak

Semakin berkembangnya teknologi, berkembang pula dunia perindustrian. Pada dasarnya semua digunakan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia. Kecelakaan kerja bisa saja sering terjadi di lingkungan kerja yang terduga maupun tidak terduga. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan manajemen yang harus diterapkan semua perusahaan. PT. PJB UBJ O & M PLTU Tanjung awar-awar atau bisa disebut PLTU Tanjung Awar-Awar Tuban merupakan pembangkit listrik untuk menyuplai kebutuhan listrik Indonesia. Maka potensi bahaya dan kecelakaan kerja dapat terjadi. *Failure Mode and Effects Analysis* atau FMEA merupakan perangkat manajemen resiko K3 untuk penanggulangan kecelakaan kerja diperusahaan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif yang memberikan gambaran umum dan mengumpulkan informasi secara mendalam tentang mode kegagalan sistem atau alat disalah satu unit PLTU agar data yang diambil bisa terstruktur. Menganalisa potensial kegagalan atau mode kegagalan yang dapat terjadi kemudian menganalisa pengaruh dari setiap kegagalan yang terjadi pada suatu sistem atau proses sehingga dapat diketahui keadaan dari sistem tersebut dan juga dapat melakukan pencegahan dari potensi bahaya yang terjadi. Dengan menggunakan FMEA sehingga dapat mengumpulkan data dari mode kegagalan dan pengaruhnya. Hasil analisis metode FMEA pada sistem boiler di PLTU tanjung Awar-Awar, dapat diketahui mode kegagalan pada setiap komponen yang nantinya merujuk ke penilaian RPN. Mode kegagalan yang memiliki nilai paling tinggi adalah sorot blower. Dari hasil wawancara dan analisis data kerusakan yang didapat soot blower memiliki nilai severity 8 yaitu sangat tinggi, nilai occurrence 3 kategori kemungkinan kejadian sering, dan detection 2 yaitu sangat tinggi pada alat pendeteksi kegagalan. Sehingga memiliki potensi bahaya bagi para pekerja.

Kata Kunci : Keselamatan dan Kesehatan Kerja, FMEA, Mode Kegagalan, Potensi bahaya

Abstract

Growing technology, developed the industrial world. Basically all being used to improve the quality of human life. Work accident may happen often in unpredictable working environment as well as unexpected. Safety and occupational health (K3) is management that must be applied to all companies. PT PJB UBJ O & M awar-awar Headlands PROVIDE or can be called Tanjung Awar-Awar PLTU Tuban is power plants to supply the electricity needs of Indonesia. Then the potential dangers and accidents can occur. Failure Mode and Effects Analysis FMEA is a device or risk management countermeasure for Hse accidents inside. This research used a qualitative approach that provides a general overview and in depth information about collecting mode of system failure or subjected to one unit in order to PROVIDE the data which is taken can be structured. Analyze potential failure or failure modes that can happen then analyzes the influence of any failures that occur on a system or a process so that it can be known keadaan of the system and can also perform preventive from the potential danger of that happening. Using FMEA so it can collect data from failure modes and its effects. The results of the analysis of the boiler system FMEA method in tanjung Awar-Awar PLTU, can be known failure modes on any component that will refer to the assessment of RPN. Failure modes that have the highest value is the highlight of the blower. From the results of the interviews and data analysis of the damage of the soot blowers has the value 8, namely extremely high severity, likelihood of occurrence values for the 3 categories of events often, and detection of 2 i.e. very high failure detection tool. So have potential dangers for workers.

Keywords: occupational safety and health work, FMEA, failure modes, potential hazards

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi, berkembang pula dunia perindustrian. Industri yang ada pada dasarnya adalah untuk mengembangkan dan meningkatkan kualitas hidup manusia. Tenaga kerja pun dituntut agar lebih efektif dan efisien sehingga hasil produksi menjadi lebih baik. Manusia sebagai pusat di tempat kerja termasuk efisiensi dan keuntungan tidak boleh berada dalam kondisi keselamatan dan kesehatan kerja yang membahayakan sehingga batasan pekerjaan dan kepuasan hidup tidak boleh terabaikan. Perkembangan teknologi telah mengangkat standar hidup manusia, namun demikian kemajuan teknologi juga membawa sumber-sumber stres kerja dan cedera baru.

Kecelakaan kerja bisa saja sering terjadi di lingkungan kerja yang terduga maupun tidak terduga. Dalam perkembangan selanjutnya ruang lingkup kecelakaan ini diperluas lagi sehingga mencakup kecelakaan-kecelakaan tenaga kerja yang terjadi pada saat perjalanan atau transportasi ke dan dari tempat kerja. Dengan kata lain kecelakaan lalu lintas yang menimpa tenaga kerja juga termasuk kecelakaan kerja. Jika mencakup tempat kerja Penyebab dari kecelakaan kerja sangat banyak, baik dari para tenaga kerja ataupun dari keadaan kerja yang kurang aman. Sehingga dapat menimbulkan kerugian baik bagi manusia atau harta benda. Lingkungan pun juga dapat terkena efek dari kecelakaan kerja, oleh sebab itu kecelakaan kerja harus dapat dicegah sedini mungkin. Peralatan mesin, alat produksi, tempat dan lingkungan kerja mungkin rusak oleh kecelakaan yang terjadi.

Pada salah satu perusahaan milik pemerintah yaitu PT. PJB UBJ O&M PLTU Tanjung awar-awar atau bisa disebut PLTU Tanjung Awar-Awar, merupakan salah satu perusahaan milik negara yang berfungsi menghasilkan energi listrik untuk masyarakat Indonesia. Dengan menggunakan Tenaga Uap sebagai penghasil listrik. Adanya Pembangkit Listrik Tenaga Uap digunakan untuk memperbesar suplai listrik di daerah Jawa Bali. Beralamat di Wadung, Jenu, Kabupaten Tuban, Jawa Timur adalah salah satu mega proyek 35.000 MW yang merupakan program pemerintah pusat yang sudah beroperasi saat ini. terdiri dari dua unit pembangkit. Dengan keseluruhan kapasitas mencapai 2X350 MW (sumber : lensaIndonesia.com). ditujukan untuk memasok listrik daerah Tuban, Gresik, dan Lamongan.

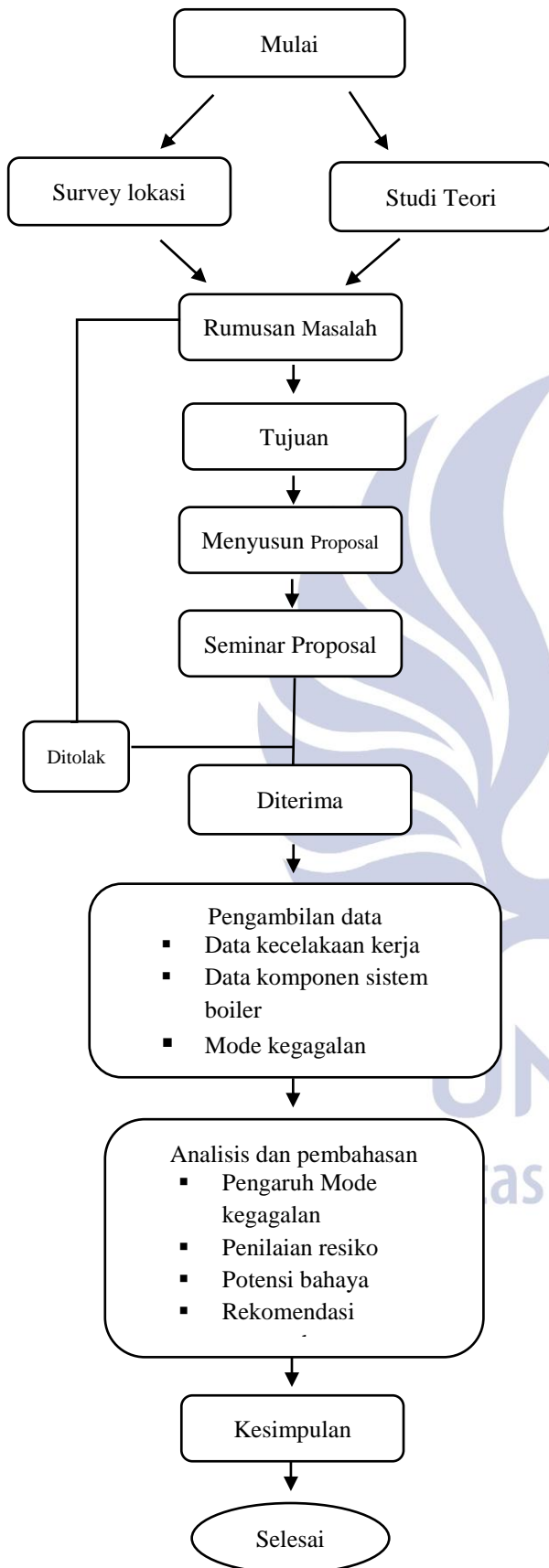
Pada setiap sistem pada PLTU merupakan sebuah mesin besar yang memiliki kerumitan yang sangat tinggi. Dengan menggunakan peralatan atau mesin-mesin maka dapat menimbulkan potensi bahaya dan kecelakaan kerja, serta dapat berpotensi tersengat listrik yang juga berbahaya pada manusia. Jumlah Jam kerja setiap bulannya di PLTU mencapai 78425 jam/bulan, dengan

jumlah karyawan mencapai 427 karyawan. Sedangkan untuk data kecelakaan kerja pada tahun 2016 terjadi 1 kali kecelakaan kerja dengan tipe sedang. Kecelakaan terjadi saat pekerja sedang melakukan perawatan pada sistem.

Berkaitan dengan hal di atas dengan sebuah perusahaan yang memiliki potensi bahaya yang cukup besar, maka perlu melakukan identifikasi bahaya dan penilaian resiko pada setiap alat atau mesin Disana. Teknik analisa bahaya yang cukup tepat menganalisis sistem adalah *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mengetahui potensi kegagalan mesin di salah satu sistem serta pengaruhnya agar dapat diketahui potensi bahaya kemudian menentukan kontrol dan rekomendasi untuk mencegah terjadinya kegagalan yang nantinya dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Sehingga bisa terjadi kekacauan organisasi, kecelakaan tidak jarang berakibat luka-luka, bahkan tidak jarang kecelakaan kerja dapat merenggut nyawa dan berakibat kematian. Alasan pemilihan metode FMEA karena lebih mengarah pada peralatan atau teknis, sedangkan untuk *Job Safety Analysis* mengarah pada manusia dan *Fault Tree Analysis* pada Proses. FMEA juga membantu memilih langkah perbaikan.

Secara umum, FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*) didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem. FMEA merupakan metode yang dapat digunakan untuk menganalisa keandalan suatu sistem dan potensi kegagalannya dari sebuah alat atau mesin untuk mencapai persyaratan keandalan dan keamanan sistem. FMEA sendiri merupakan salah satu dari teknik manajemen pengendalian risiko yang ada pada K3. Metode yang mengidentifikasi kecelakaan kerja, sebelum kecelakaan kerja terjadi. Dapat disebut bentuk antisipasi atau pencegahan terhadap kecelakaan kerja dengan melihat sumber bahaya serta kondisi di lingkungan kerja. Dengan menggunakan manajemen pengendalian risiko dapat mengetahui sumber bahaya yang ada kecelakaan kerja dapat dikurangi ataupun dicegah, sehingga para pekerja bisa lebih terlindungi dari kecelakaan kerja.

FMEA kali ini akan diterapkan pada salah satu sistem di Pembangkit Listrik Tenaga Uap yang terdapat mesin-mesin yang memiliki risiko kegagalan dan potensi bahaya pada setiap kegagalan tersebut. Sehingga nantinya dapat melakukan antisipasi dari hal-hal yang tidak diinginkan yang berkaitan dengan keselamatan kerja Dengan melihat mesin-mesin yang memiliki potensi bahaya sehingga dapat melakukan pencegahan serta pengendalian resiko pada setiap kegagalan yang dapat terjadi.

METODE**Rancangan Penelitian**

Gambar 1. Rancangan Penelitian

Objek Dan Ruang Lingkup

Failure Mode atau bisa disebut mode kegagalan merupakan pendekatan yang digunakan untuk menganalisa potensial kegagalan yang dapat terjadi dari suatu sistem atau suatu proses yang terdapat di perusahaan.

Effects Analysis atau disebut analisa efek adalah menganalisa pengaruh dari setiap kegagalan yang terjadi pada suatu sistem atau proses sehingga dapat diketahui keadaan dari sistem tersebut dan juga dapat melakukan pencegahan dari potensi bahaya yang terjadi.

Dan berikut objek komponen-komponen dari sistem boiler :

- Coal feeder
- Air Preheater
- Pulvizer
- Safety Valve
- Soot Blower
- Fan
- Electrostatic Precipitator (ESP)
- Pipa
- Boiler

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian yang digunakan untuk pengambilan data di PLTU tanjung Awar-Awar Tuban di salah satu sistem alat atau bagian mesin produksi listrik. PLTU tanjung Awar-Awar dibangun pada tahun 2006 dan diresmikan pada tahun 2012. Proses pengambilan data pada akhir bulan Mei sampai dirasa data yang diambil cukup. Estimasi penelitian sekitar 6 hari.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa dan menyajikan data adalah tabel *worksheet* FMEA. Tabel ini nantinya digunakan untuk menyatukan dan menyajikan seluruh data yang terkumpul hasil dari penelitian. Berikut tabel yang digunakan.

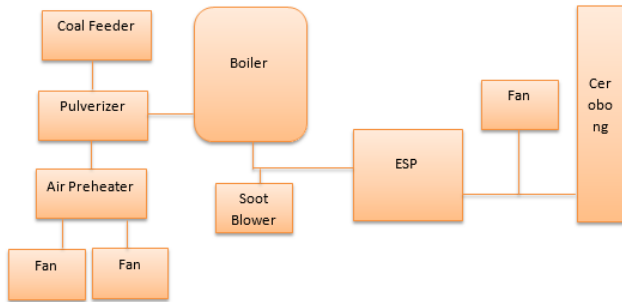
Tabel3. *Worksheet* FMEA

| Failure Mode | Pengaruh | Risk Matriks | | kontrol | rekomedas i |
|-----------------|----------|--------------|-----|---------|----------------|
| | | Severty | RPN | | |
| | | | | | |

HASIL DAN PEMBAHASAN**Rangkakaian Sistem Boiler**

Pada sistem *boiler* komponen-komponen saling terhubung dan mendukung komponen lainnya. Setiap

komponen terdapat operator yang mengoperasikan ataupun pengawas yang mengawasi saat komponen bekerja. Walaupun sistemnya otomatis tetap perlu kehadiran manusia di area sistem, sehingga para pekerja juga dapat mengalami kecelakaan kerja dari setiap potensi bahaya yang dapat ditimbulkan oleh masing-masing komponen.



Gambar 2. Rangkaian Sistem Boiler

Dibawah adalah data spesifikasi boiler yang terdapat pada PLTU tanjung Awar-Awar. Boiler memiliki kapasitas 1175 ton per jam.

Tabel 2. Spesifikasi Boiler

| Items | Unit | Max. load |
|------------------------------------|------|-----------|
| Evaporator | t/h | 1175 |
| Working pressure of drum | Mpa | 18.9 |
| Outlet pressure of superheater | Mpa | 17.5 |
| Outlet temperature of superheater | °C | 541 |
| Outlet pressure of reheater | Mpa | 3.724 |
| Inlet temperature of reheat steam | °C | 336.9 |
| Outlet temperature of reheat steam | °C | 541 |
| Feed water temperature | °C | 287.3 |

Penilaian Resiko Pada Sistem Boiler

Setelah diketahui komponen-komponen yang ingin dianalisa mode kegagalan dan pengaruhnya pada sistem boiler, kemudian dilakukan pentabelan dengan metode FMEA didalamnya juga terdapat penilaian resiko dari setiap mode kegagalan yang dapat terjadi. Untuk menentukan besarnya satu resiko mode kegagalan dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya dan besar akibat dari kegagalan yang dapat pada sistem boiler. Maka untuk menentukan penilaiannya dilakukan identifikasi dilihat dari hal-hal berikut ini :

1. Dilihat dari komponen yang mengalami kerusakan

2. Seberapa besar efek yang diberikan
- Setelah itu dilakukan penilaian RPN pada setiap mode kegagalan yang dapat diidentifikasi untuk setiap komponen sistem boiler di dalam tabel FMEA, dengan ketentuan penilaian sebagai berikut :

SEVERITY : dari peringkat 1 (terendah) sampai 10 (tertinggi)

Tabel 3. Kriteria Severity

| Rating | Keterangan | Kriteria |
|--------|-----------------------------|---|
| 1 | Tidak ada | - Kegagalan tak ada pengaruh - Sistem tetap berjalan normal |
| 2 | Sangat minor | - Terjadi sedikit gangguan yang tidak berarti (seperti bengkok, atau lepas) |
| 3 | Minor | - Terjadi sedikit gangguan |
| 4 | Sangat rendah | - Terdapat gangguan kecil |
| 5 | Rendah | - Menimbulkan kegagalan pada sistem |
| 6 | Sedang | - Terdapat komponen yang tidak dapat berfungsi |
| 7 | Tinggi | - Mesin tidak dapat dijalankan secara penuh - Performa mesin berkurang |
| 8 | Sangat tinggi | - Mesin tidak dapat beroperasi dan kehilangan fungsi utama - Mulai timbul potensi bahaya |
| 9 | Berbahaya adanya peringatan | - Mesin gagal beroperasi dan terjadi kerusakan - Terdapat potensi bahaya |
| 10 | Berbahaya tanpa peringatan | - Kegagalan berbahaya tanpa adanya peringatan |

OCCURENCE : dari peringkat 1 (terendah) sampai 4 (tertinggi)

Tabel 4. Kriteria Occurrence

| Rating | Keterangan | kriteria |
|--------|-----------------------------|---|
| 4 | Dapat terjadi sering | Lebih dari 6 kali kerusakan |
| 3 | Kemungkinan terjadi sering | Terjadi 4 sampai 6 kerusakan |
| 2 | Dapat terjadi sekali-sekali | Terjadi 2 sampai 3 kerusakan |
| 1 | Kemungkinan terjadi jarang | Belum ada kerusakan atau terjadi 1 kali kerusakan |

Untuk *Occurrence* berdasarkan dari penilaian *likelihood* yang diambil dari buku soehatman Ramli. Karena klasifikasi yang sama sehingga menggunakan *likelihood* untuk penilaian.

DETECTION : dari peringkat 1 (tertinggi) sampai 10 (terendah)

Tabel 5. Kriteria *Detection*

| Rating | keterangan | kriteria |
|--------|----------------------|---|
| 1 | Sangat tinggi | Terdapat lebih dari 3 alat pendeteksi |
| 2 | Tinggi | Terdapat 2 sampai 3 alat pendeteksi |
| 3 | Sedang | Terdapat 1 alat pendeteksi |
| 4 | rendah | Tidak ada alat namun dapat langsung diketahui oleh operator |
| 5 | Hampir tidak mungkin | Tidak ada yang dapat mengetahui bentuk kegagalan |

Penilaian Risk Priority Number (RPN)

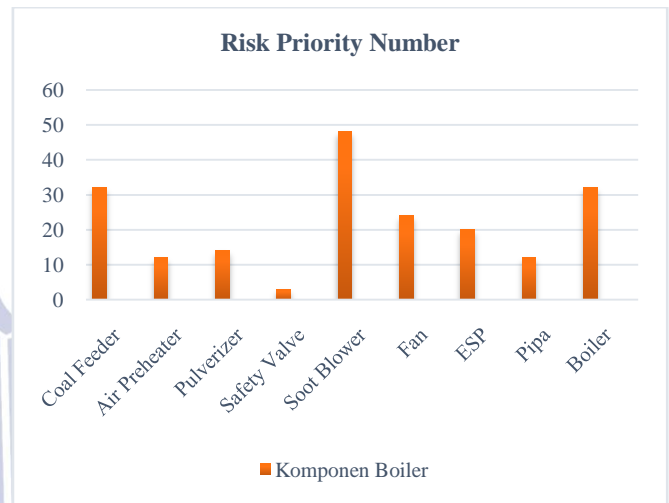
Berikut ini adalah tabel *Risk Priority Number* (RPN) yang didapat dari penilaian Severity, Occurrence, dan Detection pada setiap komponen pada sistem boiler, yang nantinya dapat diketahui nilai RPN tertinggi.

Tabel 6. Penilaian RPN

| No | Komponen | Risk Matriks | | | RPN |
|----|----------------------------------|--------------|---|---|-----|
| | | S | O | D | |
| 1 | Coal Feeder | 8 | 2 | 2 | 32 |
| 2 | Air PreHeater | 6 | 1 | 2 | 12 |
| 3 | Pulverizer | 7 | 1 | 2 | 14 |
| 4 | Safety Valve | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 5 | Soot Blower | 8 | 3 | 2 | 48 |
| 6 | Fan | 8 | 1 | 3 | 24 |
| 7 | Electrostatic Precipitator (ESP) | 5 | 2 | 2 | 20 |
| 8 | Pipa | 3 | 2 | 2 | 12 |
| 9 | Boiler | 8 | 2 | 2 | 32 |

Ket : S = Severity
: D = Detection
: O = Occurrence,

Dari hasil perhitungan tabel diatas, didapatkan nilai RPN untuk masing-masing komponen pada sistem boiler. Kemudian dikemas dalam bentuk chart seperti dibawah ini :



Gambar 3. Chart RPN

Dan berikut pembahasan penilaian RPN pada masing-masing komponen yang menentukan hasil dari nilai RPN :

- Coal Feeder (32)**

Nilai *severity* diambil dari hasil wawancara pada teknisi yang menyebutkan jika *Coal feeder* jika mengalami kegagalan memiliki keparahan yang sangat tinggi. Jadi berdasarkan penilaian risk matriks FMEA memiliki *severity* 8. Untuk nilai *occurrence* yaitu 2 dengan keterangan dapat terjadi sekali-kali mode kegagalan silikat dari data kerusakan SSC boiler yang menunjukkan adanya kerusakan. Untuk *detection* memiliki nilai 2 karena pada *Coal feeder* memiliki alat pengaman seperti lighting indikator dan sensor *chute plug* untuk mendeteksi kegagalan.

- Air Preheater (12)**

Data dari hasil wawancara memberikan nilai *severity* 6, mesin tetap beroperasi namun tak berfungsi jika terjadi kegagalan termasuk kategori sedang. Sedangkan untuk *occurrence* sangat kemungkinan jarang terjadi mode kegagalan pada Air preheater dengan nilai 1 didapat dari keterangan saat melakukan wawancara. Untuk alat pendeteksi kategori 2 seperti terdapat *pressure gauge*.

- Pulverizer (14)**

Untuk mode kegagalan nilai *severity* pada *pulverizer* 8 pada kategori tinggi, karena dapat saja terjadi kebakaran saat terjadi kegagalan. Sedangkan untuk *occurrence* memiliki nilai 1 kemungkinan terjadi jarang, karena dari data yang ada jarang sekali terjadi kegagalan. Nilai *detection* sangat tinggi yaitu 2 karena terdapat *valve* yang mengatur sistem dan inerting alat yang mendeteksi kegagalan.

- Safety Valve (2)**

Nilai keparahan pada *valve* sangat rendah yaitu 1 tidak memiliki pengaruh, karena *valve* hanya

digunakan untuk membuang gas yang lebih. Untuk nilai occurrence pun juga 1 jarang terjadi kegagalan pada *Safety valve*. nilai detection juga hampir pasti yaitu 2 karena kegagalan dapat langsung terlihat dan dapat langsung diganti.

- **Soot Blower (48)**

Kerusakan pada motor menyebabkan *soot blower* kehilangan fungsi, sehingga nilai *severity* pada *soot blower* yaitu 8 sangat tinggi. Untuk *occurrence* memiliki nilai 3 kemungkinan terjadi sering dilihat dari data kerusakan yang sering terjadi. *Detection* pada *soot blower* dengan nilai 2 karena terdapat *limit switch* dan *check valve*

- **Fan (24)**

Pada mode kegagalan *fan* memiliki nilai *severity* 8, karena jika tube oli tersumbat motor akan trip dan sistem tak dapat berfungsi. Namun nilai *occurrence* pada *fan* hanya 1 kemungkinan terjadi jarang karena tak ada data kerusakan pada *fan*. dan nilai *detection* yaitu 3 karena hanya mengandalkan pengecekan pada tube oli.

- **Electrostatic Precipitator (30)**

Nilai *severity* pada *electrostatic Precipitator* atau ESP dari mode kegagalan yang ada adalah 5 karena trafo dapat rusak akibat beban *phase* yang berbeda tetapi termasuk dalam kategori rendah. *Occurrence* yang dimiliki ESP dalam kategori 3 yaitu kegagalan yang kemungkinan terjadi sering, didapat dari hasil wawancara pada teknisi yang menjelaskan bahwa kemungkinan mode kegagalan dapat saja sering terjadi. Dan untuk nilai *detection* yaitu 2 karena terdapat lampu indikator dan sekring untuk mengetahui mode kegagalan yang terjadi.

- **Pipa (20)**

Pada pipa memiliki nilai *severity* pada mode keagalannya yaitu 3 minor, tidak memberikan dampak signifikan dan hanya kebocoran kecil sehingga dapat diatasi dengan cepat. Sedangkan nilai *occurrence* yaitu 2 kegagalan dapat terjadi sekali-kali dilihat dari data kerusakan akibat korosi. Untuk pipa nilai *detection* diberi 2 karena jika terjadi kegagalan akan langsung terlihat dan dilakukan tindakan.

- **Boiler (32)**

Mode kegagalan pada *boiler* memiliki nilai keparahan 8 yaitu sangat tinggi karena didapat dari hasil wawancara teknisi menjelaskan sistem dapat berhenti beroperasi. Sedangkan untuk nilai *occurrence* dan *detection* pada *boiler* sama-sama memiliki nilai 2, didapat dari data kerusakan yang menjelaskan dapat terjadi sekali-kali, dan alat deteksi pada *boiler* yang cukup banyak, seperti

sensor dan *valve*, serta *pressure gauge* untuk mendeteksi mode kegagalan yang dapat terjadi.

Analisa Potensi Bahaya Dan Pengendalian Resiko

Dari hasil pentabelan FMEA untuk sistem *boiler*, maka analisis potensi bahaya yang dapat terjadi dari mode kegagalan dengan melihat pengaruh dari mode kegagalan tersebut sebagai berikut :

Coal Feeder

- Ketika terjadi kerusakan pada conveyor teknisi perlu melakukan perbaikan. Jika pada saat teknisi melakukan perbaikan dan tidak berkomunikasi pada operator, sehingga pada proses perbaikan mesin beroperasi dapat menyebabkan kecelakaan kerja pada teknisi seperti terpapar suhu panas, terjepit *pulley*, dan tertimpa batubara. Pengendalian resiko dengan substitusi yaitu mengganti komponen secara berkala pada komponen yang sudah terlihat rusak.
- Rusaknya *seal* udara dapat menyebabkan suhu pada *feeder* tinggi yang dapat berpotensi meledak sehingga membahayakan operator. Pengendalian administratif merupakan salah satu cara untuk membuat SOP ketika terjadi kerusakan pada *seal* udara.

Air Preheater

- Rusaknya *pressure gauge* tidak menimbulkan potensi bahaya yang cukup besar, hanya yang perlu diperhatikan saat melakukan perbaikan, harus berhati-hati pada suhu yang tinggi pada sekitaran *Air preheater* karena dapat melukai kulit. Sehingga pengendalian resiko harus dengan APD yaitu mengenakan *Wear pack* dan sarung tangan harus selalu dikenakan.

Pulverizer

- Ketika *inerting* tidak bekerja karena mengalami kerusakan dapat menyebabkan *pulvizer trip*. saat *pulvizer* mengalami trip maka bisa terjadi kebakaran sewaktu-waktu, sehingga dapat berpotensi bahaya pada pekerja yang ada di sekitar area *pulvizer* karena dapat sewaktu-waktu terbakar. Pengendalian resiko pada *Pulverizer* yaitu dengan pengendalian teknis pemasangan alat pengaman dan pelindung seperti sensor api dan alarm agar jika terjadi kegagalan yang menyebabkan kebakaran dapat diketahui sejak dini.

1. Safety Valve

- Saat memperbaiki *safety valve* bahaya dari tekanan dan suhu yang tinggi bisa menyebabkan kecelakaan kerja. *Safety valve* yang meledak dapat berakibat fatal seperti terpental dan terkena uap panas ketika operator melakukan perbaikan. Pengendalian resiko dengan pengendalian administratif serta APD yaitu berupa pembuatan SOP saat melakukan perbaikan dan mengenakan APD yang sesuai.

Soot Blower

- Saat melakukan perawatan dan perbaikan pada *soot blower* pekerja harus menggunakan APD yang lengkap kacamata pelindung dan sarung tangan harus selalu dikenakan. Karena kondisi *soot blower* yang panas dan juga dilarang berdiri di dekat katup saat melakukan tes *pressure* karena bisa saja tekanan besar keluar dan menyebabkan kecelakaan pada pekerja. Uap kering yang dihasilkan juga berpotensi bahaya pada pekerja.

Fan

- *Fan* merupakan komponen pada sistem *boiler* yang bagiannya bergerak atau berputar, sehingga potensi bahaya yang dapat ditimbulkan mampu melukai pekerja. Area komponen yang bergerak atau berputar sangat beresiko tinggi jika terjadi kelalaian. Bagian tubuh bisa terpotong atau terjepit. Komponennya yang cukup besar bisa juga mengakibatkan pekerja tertimpa terjepit saat melakukan perawatan. Pengendalian resiko kecelakaan adalah dengan pengendalian administratif dengan memasang tanda bahaya, serta gambar-gambar peringatan pada area sekitar.

Electrostatic Precipitator

- Dampak yang diberikan oleh mode kegagalan alat ini lebih cenderung ke lingkungan yaitu bentuk bahaya abu yang ikut keluar karena tidak tersaring, sehingga dapat mempengaruhi kesehatan di sekitar lingkungan. Bisa menyebabkan gangguan pernafasan. Pengendalian resiko adalah dengan menggunakan APD seperti masker ketika terjadi kegagalan agar tidak mengganggu pernafasan.
- ESP juga bisa menimbulkan potensi bahaya arus listrik karena komponennya bekerja menggunakan energi listrik. Jika tidak berhati-hati pekerja dapat sewaktu-waktu tersengat listrik. Dengan Pengendalian administratif berupa pembuatan instruksi kerja jika terjadi kerusakan pada trafo.

Pipa

- Pipa merupakan komponen yang menyalurkan air dan uap, sehingga di dalam pipa sering terjadi gesekan dengan fluida tersebut. Jika kualitas pipa kurang baik maka korosi akan cepat menyerang pipa. Kebocoran jika yang keluar adalah uap panas yang cukup berbahaya bagi manusia, dapat menyebabkan cedera berat jika temperatur uap itu sangat tinggi. Bahkan dapat menyebabkan cacat permanen jika terpapar terlalu lama. Jadi harus ada alat pengaman pada sekitar pipa seperti garis atau pagar Pembatas.

Boiler

- Potensi bahaya yang paling besar pada *boiler* adalah meledak, ledakannya sangat berdampak besar dan memberikan kerusakan pada lingkungan maupun manusia. Jika manusia terdapat pada jangkauan ledakan *boiler* maka akan berakibat kematian. Semakin besar *boiler*

maka akan semakin besar daya ledakannya. Penipisan dinding *boiler* bisa menjadi sebab awal terjadi ledakan, penipisan terjadi akibat korosi yang menyerang dinding. Jika kualitas dari dinding *boiler* menurun maka *boiler* tidak dapat menahan tekanan panas yang terdapat pada *boiler*. Pengendalian resiko pada boiler berupa substitusi dengan mengganti bagian yang sudah lama dan rusak agar potensi bahaya dapat diminimalisir.

Penerapan Undang-Undang K3 Pada Boiler

Identifikasi *Boiler* pada PLTU Tanjung Awar-awar :

- Bertipe *Water tube boiler*
- Kapasitas pada *boiler* 1175 ton/jam
- Karena bertipe *Water tube boiler* dan berbahan bakar padat, maka konstruksi ketel uap termasuk ketel uap tetap.
- Termasuk ketel Uap yang berada di darat
- Memiliki WP 18,5 Mpa pindah ke kg/cm²
- Berdasarkan undang-undang K3 tentang pesawat uap, berdasarkan kapasitasnya ketel Uap yang memiliki kapasitas diatas 10 ton/jam harus terdapat operator ketel, yaitu operator kelas 1. Dan untuk kapasitas dibawah 10 ton/jam minimal memiliki operator kelas 2. Mengacu pada Permenaker No. 1 tahun 1988 tentang kualifikasi dan syarat-syarat operator pesawat uap, pasal 3. Pada PLTU tanjung awar-awar kapasitas ketel uap atau *boiler* yaitu 1175 ton/jam, jadi minimal harus memiliki operator kelas 1.
- Berdasarkan Pasal 6 ayat (1) Undang - Undang Uap tahun 1930 untuk setiap ketel uap harus memiliki akta ijin, baik konstruksi tetap maupun berpindah. Karena setiap ketel uap dengan ukuran yang cukup besar konstruksinya harus dapat jin terlebih dahulu dari disnaker.
- Untuk *boiler* yang terdapat pada PLTU adalah *boiler* tipe darat karena bertempat kedudukan terletak di atas tanah, jadi untuk pemeriksaan Ketel uap darat minimal pemeriksaan 2 tahun sekali. Jadi setiap 2 tahun *boiler* harus diperiksa untuk diketahui kondisinya dan potensi bahaya yang mungkin saja dapat muncul sewaktu-waktu.

PENUTUP

Simpulan

- Mode kegagalan yang dapat terjadi pada komponen sistem *boiler* berupa sebuah kerusakan yang memiliki nilai keparahan tertinggi yaitu 8 dengan katerogi sangat tinggi. Mode kegagalan dapat berupa *inerting* pada pulverizer tidak berfungsi, rusaknya motor penggerak pada *soot blower*, dan kebocoran akibat korosi pada *boiler* yang dapat menyebabkan sistem berhenti beroperasi.
- Potensi bahaya yang terdapat pada sistem *boiler* sebagai berikut : untuk potensi bahaya pada pulverizer yaitu berupa kebakaran yang dapat

memberikan luka bakar dan mengancam keselamatan para pekerja. Pada *Soot Blower* potensi bahaya adalah terkena uap panas dan tekanan yang tinggi diakibatkan *Soot Blower* yang rusak, tertimpa komponen yang terlepas dari bagiannya. Serta potensi bahaya yang cukup besar adalah *boiler* yang dapat meledak yang bisa memberikan luka fatal pada para pekerja. Dengan nilai RPN 32 *boiler* menjadi komponen harus diprioritaskan pengawasannya.

- Pada pulverizer yaitu dengan pengendalian teknis berupa penambahan alat pengamanan dan alat pelindung. Untuk komponen *Soot blower* dengan substitusi yaitu melakukan penggantian pada setiap bagian yang sudah terlihat rusak dan mengganti bagian dengan yang baru. Sedangkan untuk *boiler* juga dengan melakukan substitusi yaitu mengganti bagian yang pemakaian sudah cukup lama, mengganti bagian yang sudah mulai terkena korosi dan menggunakan bahan yang lebih berkualitas. Serta selalu melakukan pengecekan, pengujian, serta perawatan yaitu bisa berupa preventif *maintenance* agar kemungkinan terjadi kegagalan pada setiap komponen sistem *boiler* semakin kecil.

Saran

Dari sistematika penentuan pencegahan kecelakaan kerja di PLTU tanjung Awar-Awar Tuban dengan metode FMEA, maka dapat diberikan beberapa saran :

- Tabel FMEA merupakan metode pengendalian resiko K3 pada sistem boiler dengan cara mengetahui mode kegagalan yang dapat terjadi dan pengaruhnya sehingga dapat digunakan untuk pencegahan kecelakaan kerja di PLTU Tanjung Awar-Awar Tuban
- Dapat diterapkan oleh bagian K3 PLTU untuk digunakan mengidentifikasi bahaya yang terdapat pada PLTU
- Instansi baik dari kampus maupun perusahaan dapat menjadikan FMEA sebagai bahan pembelajaran K3.
- Agar selalu diperbaharui terus menerus agar sesuai dengan kebutuhan perusahaan

DAFTAR PUSTAKA

- Disnaker. 2016. *Kumpulan Modul K3*. Jakarta : Direktorat Jenderal Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja
- Disnaker. 2016. *Himpunan Peraturan Perundang-Undangan Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta : Direktorat Jenderal Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja
- El-Wakil, M. M. 1992. *Instalasi Pembangkit Daya*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Febri Kustiyaningsih. 2011. *Penentuan Prioritas Penanganan Kecelakaan Kerja di PT. GE Lightning dengan Metode Failure Mode and Effects Analysis*. (Sriksi Jurusan Teknik Industri UNS)

- Gunawan. F.A, Waluyo. 2015. *Risk Based Behavioral Safety*. Jakarta : Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama
- J. Ridley. 2006. *Ikhtisar Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Soehatman Ramli. 2010. *Pedoman Praktis Manajemen Resiko K3*. Jakarta : Penerbit Dian Rakyat
- Soehatman Ramli. 2010. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Jakarta : Penerbit Dian Rakyat
- Sugiyono. 2015. *Sistem Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung : Penerbit CV. Alfabeta
- Surya, A., Agung, S., Charles P. 2017. "Penerapan Metode Fmea (*Failure Mode And Effect Analysis*) Untuk Kuantifikasi Dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya *Lean Waste*". *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*. Vol. 6 (1) : Hal. 47-49.